Rev. Acad. Canar. Cienc., Vol. XXIV, 89-101 (diciembre de 2012)

MAREA VERDE Y EVIDENCIAS SOBRE LA RECUPERACION DE LA PRADERA DE *NANOZOSTERA NOLTII* EN ARRECIFE, LANZAROTE, ISLAS CANARIAS

Mª C. Gil-Rodríguez[1], M. Carrillo[2], J. J. Bacallado[3], R. Mesa[4]

[1] Área de Botánica. Universidad de La Laguna. Facultad de Farmacia
Universidad de La Laguna. 38071 La Laguna. Tenerife. Islas Canarias
http://www.mcgilrodriguez.es/

[2] http://*www.canariasconservacion.org/*

[3] Museo de Ciencias Naturales de Tenerife

[4] Malacólogo y fotógrafo de la naturaleza. spisulanz@gmail.com

RESUMEN

La proliferación de algas verdes en la Marina de Arrecife (Lanzarote, islas Canarias) en la primavera de 2012, atribuida a la combinación de factores: temperatura, luminosidad, vientos e incremento en los niveles de nutrientes y contaminantes, son, sin duda, la causa de la marea verde observada en este litoral. Al propio tiempo se aportan nuevos datos sobre rebrotes de la fanerógama marina *Nanozostera noltii,* con respecto a las praderas referidas en 1987 en el islote del Castillo y no observadas, al menos, en los dos últimos lustros. Se evidencia la presencia de macroalgas invasoras e introducidas en el entorno de las mentadas praderas.

Palabras clave: Algas verdes, marea verde, *Nanozostera noltii*, *Ulva clathrata*, islas Canarias, Lanzarote.

ABSTRACT

The proliferation of green algae in "Marina de Arrecife" (Lanzarote, Canary Islands) in the spring of 2012, attributed to a combination of factors such as temperature, light, wind and possible increasing levels of nutrients and pollutants, have been the cause of green blooms observed on this coast. Growth of the seagrass *Nanozostera noltii* in the places where meadows were cited in 1987 in "islote del Castillo" ("Marina de Arrecife", Lanzarote, Canary Islands) and unobserved at least in the last decades, is now recorded. The presence of introduced and invasive macroalgae in the surroundings of these meadows is recorded.

Key words: Green algae, green blooms, *Nanozostera noltii*, *Ulva clathrata*, Canary Islands, Lanzarote.

INTRODUCCIÓN

Las floraciones masivas de micro y macroalgas en el medio marino, debido al cambio climático, a las acciones antrópicas, así como al aumento de nutrientes y contaminantes, son cada vez más frecuentes. Conocidas como mareas rojas, pardas o verdes, su aparición en épocas primaverales es casi una constante en zonas costeras.

Las mareas rojas y marrones deben su color básicamente a la peridinina, pigmento presente en algunos dinoflagelados (microalgas) que forman parte del fitoplancton del que determinados peces y moluscos se alimentan. La acumulación de toxinas, presentes en dichas microalgas, puede llegar a producir intoxicaciones más o menos graves dependiendo de las cantidades de vertebrados e invertebrados ingeridos por humanos [24] [29].

El crecimiento excesivo de macroalgas verdes que acaban depositándose en zonas del litoral, también conocido como marea verde, floraciones o "blooms", está vinculado a una excesiva carga de nutrientes en el medio; éstos son de origen diversos: agrícola (fertilizantes y abonos), emisarios (compuestos nitrogenados y fosfatados), urbanos (fosfatos), etc.. El mencionado exceso nutritivo permite el rápido crecimiento de las clorófitas o algas verdes que, dado su corto ciclo de vida, también mueren muy pronto; la descomposición pertinente por parte de las bacterias trae aparejado un alto consumo de oxígeno, con la consiguiente aparición de malos olores y la eutrofización del sistema.

Las mareas verdes, ocasionadas por altas concentraciones de algas unicelulares (ej. *Phaeocystis* Lagerheim, *Eutreptiella* Da Cunha, etc.) o por macroalgas (ej. *Ulva* Linnaeus, *Caulerpa* J.V. Lamouroux, *Codium* Stackhouse, entre otras), pueden causar daños en ecosistemas litorales, llegando a veces a impedir la penetración de la luz en praderas de fanerógamas y comunidades de algas, lo que trae consigo la pérdida de hábitat para los peces, disminución de oxígeno y luz, etc., provocando una mayor fragilidad y propiciando que los ecosistemas sean más vulnerable a la alteración, al tiempo que se facilita la proliferación de especies oportunistas e invasoras.

En Canarias las floraciones de microalgas son cada vez más frecuentes y de diversa índole; así las proliferaciones algales nocivas (PAN), o "blooms", palabra que proviene de las HAB (Harmful Algae Blooms) han sido ocasionales en los inicios de del siglo XXI, presentándose con más asiduidad [26] [38] [41].

Uno de los primeros datos que han sido publicados para las costas del Archipiélago acerca de "blooms" fitoplantónicos no nocivos, se debe a Sansón *et al.* [21], quienes detectan en la playa de San Marcos (norte de Tenerife) una marea verde ocasionada por una *Euglenophyta,* microalga del género *Eutreptiella*; este tipo de fenómeno ha sido advertido de manera periódica desde 1999 hasta 2008 en otras localidades del norte de Tenerife (Gil-Rodríguez, inéd.).

Por la repercusión social que tuvo en su momento, comentaremos las floraciones acaecidas en zonas de playa -agosto 2008- de las islas de Tenerife y Gran Canaria [12]. Posterior a una época de calima y temperaturas más altas de lo que cabría esperar para la época, la presencia de una marea marrón fue avistada en zonas de baño de las mentadas islas; dicha abundancia se atribuyó a una cianobacteria dominante, *Trichodesmium erythraeum* Ehrenberg, especie relativamente frecuente en aguas canarias, que puede producir, bajo ciertas condiciones ambientales, toxinas neurotóxicas, hepatotóxicas así como carcinogénicas [12]. En 2011, los medios de comunicación canarios alertaron a la población del avistamiento de "manchas marrones" en zonas costeras de Lanzarote [26]. Asimismo, en agosto de 2011 y para las islas de Fuerteventura y Lanzarote se publica, tal vez el cuarto dato sobre la existencia en los últi-




Figuras 1-2.- Marea verde en la provincia de Shandong (China) [27] [36] [37].

mos siete años, de acúmulos de una toxina en restos de un medregal (*Seriola dumerili*) [17] [25] [30] [39] capturado en costas cercanas a dichas islas.

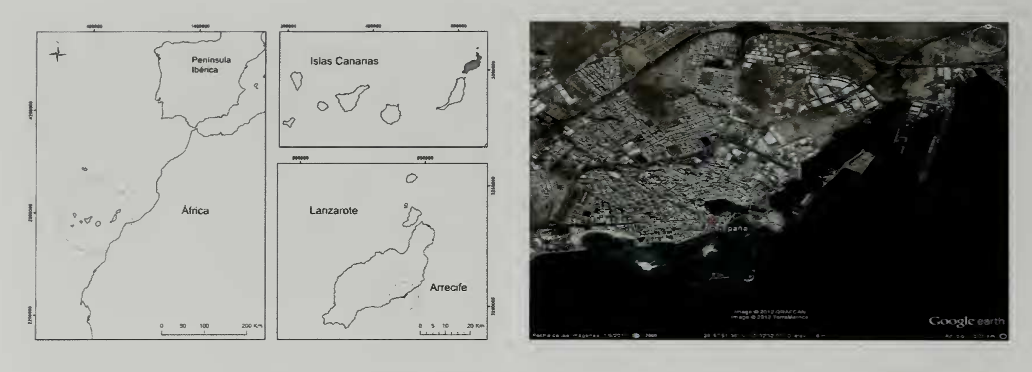
El primer fin de semana de octubre de 2011 los periódicos canarios alertaban de nuevo sobre la presencia de "manchas marrones" flotando en playas del litoral de Telde; el lunes siguiente anunciaban el cierre al baño de varias playas en Gran Canaria y Lanzarote [26].

Más frecuentes han sido las citas para las islas de Tenerife, La Gomera y Lanzarote correspondientes a floraciones de microalgas relacionadas con mareas rojas y fenómenos de "ciguatera" (enfermedad derivada del consumo de peces o moluscos que contienen toxinas acumuladas a través de la cadena trófica [22]) publicados por Fraga *et al.* [9] y Parsons *et al.* [19], quienes describen la presencia de una nueva especie de alga tóxica en Canarias, *Gambierdiscus excentricus* Fraga *et al.*

En el continente asiático, en los últimos años, han sido varios los fenómenos que se han referenciado relacionados con las floraciones de algas verdes. A modo de ejemplo mencionaremos, por la relevancia mundial que tuvo, el acaecido en el litoral de China en la primavera de 2008 coincidiendo con los Juegos Olímpicos de Pekín. La costa donde se celebraban las pruebas de vela de los Juegos Olímpicos de Beijing se vio invadida por algas verdes que impidieron los entrenamientos a los participantes. La densidad de algas fue de tal magnitud que estuvieron a punto de interrumpir estos eventos en dicha olimpiada [27] [36] [37].

Con posterioridad, en 2010, *National Geographic* publica un artículo [27] [36] [37] cuyas ilustraciones hablan por sí solas (Figs. 1-2). La provincia de Shandong al este de China se vio invadida por una marea verde del género *Ulva* [como *Enteromorpha prolifera* (O.F. Müller) J.Agardh].

En los últimos años las floraciones de algas verdes en Europa han sido frecuentes; merecen destacarse las acaecidas en la costa bretona, donde la altísima concentración de granjas para la cría intensiva de cerdos, vacas y pollos provoca masivas aportaciones de nitrógeno procedente de los abonos y de la alimentación animal. Un nitrógeno que escapa por los efluentes y acaba contaminando, convirtiéndose en nitratos que se vierten al curso de los ríos hasta llegar al mar. En las bahías, las altísimas concentraciones de nitrato hacen que las ulváceas invadan todo el ecosistema [38].



Figuras 3-4.- Localización de la zona de estudio.

Coincidiendo con la época primaveral ha sido detectado un gran brote de algas verdes que invadieron el litoral de la Marina de Arrecife y playa de El Reducto. Aunque no tóxicas para el hombre, el ecosistema sale perjudicado con un leve impacto, por tratarse de un "blooms" flotante. Dada la presencia en este mismo lugar de la única pradera de *Nanozostera noltii* (Hornemann) Tomlinson & Posluszny de la Macaronesia, se hace necesario un control exhaustivo de vertidos, emisarios, etc.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

En el período de tiempo comprendido entre marzo y agosto de 2012 se han realizado en la costa de Arrecife varias campañas tendentes al estudio de la biodiversidad algal y de las pradera de fanerógamas marinas en diversos ecosistemas de la zona (Figs. 3-4).

Se tomaron suficientes muestras que permitieron la identificación de la especie dominante de la marea verde. Trascurridos dos meses del "blooms" de las clorófitas, y con la finalidad de observar si los núcleos conocidos hasta el momento de la fanerógama marina *Nanozostera noltii* habían sido afectados por dicho incidente, a principios de julio se recorrió toda la costa, tomando muestras y fotografías, que pudieran servir de referente del posible efecto.

El material recolectado se encuentra depositado en el Herbario TFC (Tenerife Ciencias, Universidad de La Laguna).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

"Blooms" de algas verdes

La especie responsable de las floraciones de algas verdes acaecidas en la primavera de 2012 y acumuladas en parte del litoral de Arrecife [31] [32] [33] ha sido identificada como *Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh [= *Enteromorpha ramulosa* (Smith) Carmichael], una clorófita perteneciente a la familia *Ulvaceae* [14]. *Ulva* soporta variaciones de iluminación y de temperatura y presenta incuestionables ventajas en la competencia interespecífica cuando crece en un medio eutrófico.




Figuras 5-6.- Calima sobre Canarias, a vista de satélite [35] [40].

El fenómeno se puede definir como una marea verde de macroalgas que, sin desprender olores fétidos, dominó tramos del litoral, siendo muy abundante en la playa de El Reducto y partes externas de la Marina de referencia (Láminas 1, 2A, 3A, 3B).

La presencia de calima o polvo sahariano (Figs. 5-6) [35] [40], el aumento de temperatura, el fuerte oleaje y los vientos dominantes durante la primera semana del mes de marzo y segunda quincena de abril de 2012, son la causa, sin duda, del crecimiento de masas de algas verdes que a su vez fueran arrastradas desde zonas próximas y se acumularon en la orilla de la playa del Reducto y litoral de la Marina (Lámina 1).

Como comunicó uno de los autores de este trabajo a la prensa (J.J. Bacallado, [31]), la proliferación de estas algas es "un signo claro de que existen puntos de contaminación por filtraciones de aguas del saneamiento doméstico sin recibir un tratamiento depurativo completo (procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano) o por vertidos residuales que no han sido lo suficientemente depurados en el proceso de reutilización.

Las aguas residuales son muy ricas en materia orgánica y nutrientes, lo que contribuye a producir un efecto eutrofizante que favorece el desarrollo de la cobertura vegetal nitrófila, muy tolerante a la contaminación."

Nanozostera noltii

Recientemente Gil-Rodríguez *et al.* [11] con el redescubrimiento y localización de nuevas poblaciones en el litoral de Arrecife, ponen de manifiesto la posibilidad de recuperación de las praderas de seba fina [16] en la playa de El Reducto.

Al recorrer el litoral de la Marina con la finalidad de realizar un seguimiento en el estado de los polígonos ya conocidos de *N. noltii* y observar el impacto que en ellas había ocasionado la marea verde, fueron localizados dos nuevos núcleos de seba fina en los aledaños del islote de S. Gabriel (Lámina 3D, 3E). Localización donde Gil-Rodríguez *et al.* [10] confirmaron el taxón para Canarias, que tras una drástica reducción debida a la transformación sufrida en la zona por el cierre del brazo de tierra que unía la Marina con el islote de Fermina, sufrió un aumento de vertidos contaminantes y desapareció de la zona [1] [2] [4] [5] [6] [7] [8] [11] [13] [15] [18] [20]. Sin duda la restauración de las condiciones hidrográficas y la mejora del estado medioambiental de la Marina, han sido las causas de la recuperación de *N. noltii* en la mencionada parcela.

Los nuevos núcleos de la fanerógama han sido designados como polígonos 7 y 8 (Figs. 7-8), numeración correlativa de los localizados hasta el momento (Fig. 9). El área ocupada por el polígono 7, con una alta densidad de hojas (Lámina 3E) es de 399,5 m^2; la superficie cubierta en el polígono 8 sólo alcanza unos 33,7 m^2. La delimitación de ambos núcleos se muestra en la Figura 8 y en la tablas 1-2 se indican las UTM correspondientes.

El Consejo de Europa, en el marco del Convenio de Berna relativo a la conservación de la vida silvestre y el medio natural en el continente, ratificado por España, elaboró en el año 2004 la "Estrategia Europea sobre Especies Exóticas Invasoras". Estas constituyen una de las principales causas de pérdida de biodiversidad en el mundo, circunstancia que se agrava en hábitats y ecosistemas especialmente vulnerables como son los insulares.

Cada vez más abundante en los bordes e interior de los polígonos 1,2,3,7 y 8 (Fig. 9) de la pradera de *N. noltii* del litoral de Arrecife, han sido detectadas algas [*Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman et Boudouresque y *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan de Saint-León] catalogadas, la primera como exótica invasora para Canarias [3] e introducida probable (IPR) la segunda [28]. En la actualidad ambas especies forman





Figuras 7-8.- Localización y delimitación de los polígonos 7 y 8.



Figura 9.- Polígonos donde, en 2012, ha sido localizada *Nanozostera noltii*.

UTM	X	Y
A	641488	3204149
B	641490	3204157
C	641478	3204161
D	641468	3204162
E	641465	3204155
F	641470	3204147
G	641480	3204144
H	641487	3204144

Tabla 1.- UTM del polígono 7.

UTM	X	Y
A	641485	3204173
B	641484	3204182
C	641480	3204176
D	641483	3204171
E	641484	3204169
F	641486	3204169

Tabla 2.- UTM del polígono 8.

parte de la comunidad de *N. noltii* en la zona de la Marina y playa de El Reducto (Lámina 2B, 2C), lo que podría repercutir negativamente en el normal desarrollo y recuperación de la mentada seba fina.

Caulerpa racemosa var. *cylindracea*, vulgarmente conocida en Canarias como caulerpa australiana [16], es una clorófita recolectada en Lanzarote desde los años 2002 [23]. Posiblemente debido al aumento de nutrientes en la zona de estudio, conjuntamente a los efectos atribuidos al cambio global hayan propiciado su presencia en varias localidades; su aparición en los ecosistemas estudiados es constante a la vez que sorpresiva su expansión, rápido crecimiento y abundancia (Láminas 2C, 3D, 3F). Dado el carácter estolonífero de su talo, nos preguntamos ¿podría llegar a competir y desplazar a *N. noltii* de su hábitat?

Por otra parte el alga roja estacional *Asparagopsis taxiformis* vulgarmente conocida como plumero común [16], cuya abundancia es notable en la parte interna del Charco de San Ginés, fue también detectada en los núcleos de la fanerógama marina, lo que podría convertirse en un peligro para el normal desarrollo y expansión de la pradera de *N. noltii* (Láminas 2B, 3C, 3F).

4. CONCLUSIONES

Aunque las algas verdes del género *Ulva* no son tóxicas ni perjudiciales para la calidad del agua, devastan el ecosistema ya que consumen grandes cantidades de oxígeno, pudiendo ocasionar la asfixia de otras especies. No presentan peligro alguno para el hombre, sin embargo cuando llevan varios días acumuladas en la playa producen un impacto visual negativo.

Los deterioros en las zonas costeras a manos del hombre han aumentado la necesidad de una gestión sostenible en estas áreas, por ello un seguimiento constante del emisario submarino adyacente a la Marina, así como de las estaciones de bombeo de aguas residuales cercanas, con escapes de líquidos con altos contenidos en nutrientes, se hace imprescindible.

La localización de dos nuevos núcleos (islote de S. Gabriel), la biomasa y el vigor que presentan las plantas de *N. noltii* en la Marina de Arrecife, indican claramente que a lo largo de los últimos quince años la dinámica hidrológica y la exigua perturbación del sustrato, han

sido factores de vital importancia para la recuperación de la misma. De continuar este proceso y de no llevarse a cabo alteraciones en los ecosistemas (obras, vertidos, adición de arena a la playa, etc.), la necesidad planteada de realizar trasplantes para asegurar y conservar la única pradera de la seba fina en la Macaronesia puede desecharse por el momento.

Al no encontrarse enraizada sino flotantes en la zona, la presencia de *Ulva clathrata* (Lámina 3A) podría no ser crucial para el desarrollo de *N. noltii* en el ecosistema estudiado, sin embargo se hace imprescindible un control exhaustivo sobre la evolución de las especies exótica invasora e introducida respectivamente (*Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* y *Asparagopsis taxiformis*) en un ecosistema tan excepcional como es el de la Marina en toda su extensión.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer la colaboración y apoyo logístico de la Concejalía de Medio Ambiente del Excmo. Ayuntamiento de Arrecife, en especial a Dña. Rut Hernández Toledo, Técnico de Medio Ambiente del mencionado Ayuntamiento. Al Dr. J. Afonso por su incondicional ayuda y la confirmación del taxón; al Dr. M. del Arco por su contribución y a D. Iñigo Labarga por su colaboración en la toma de datos. Andrés Delgado se encargó de la confección de las láminas y de los arreglos fotográficos, lo que valoramos y agradecemos.

6. BIBLIOGRAFÍA

[1] ALDANONDO-ARISTIZABAL, N., J. BARQUÍN DIEZ & M.C. GIL-RODRÍGUEZ (2005). Metodología aplicada al estudio de la comunidad de *Zostera noltii* (Zosteraceae, Magnoliophyta) en Lanzarote, islas Canarias. *Vieraea* 33: 145-150.

[2] ALDANONDO-ARISTIZABAL, N., J.V. GONZÁLEZ, M.C. GIL-RODRÍGUEZ. & J. BARQUÍN DIEZ (2006). Parámetros de interés medioambientales en las praderas de *Zostera noltii* (Magnoliophyta) de Lanzarote, Islas Canarias. *Rev. Acad. Canar. Cienc*, XVII (4): 13-18 (2005).

[3] BOE 298/ 2011. Real Decreto *1628/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula el listado y catálogo español de especies exóticas invasoras.*

[4] DIEKMANN, O.E., L. GOUVEIA, J.A. PÉREZ, M.C. GIL-RODRÍGUEZ & E. SERRAO (2010). The posible origen of *Zostera noltii* in the Canary Islands and guidelines for restoration. *Mar. Biol.* 157 (9): 2109 - 2115.

[5] DOCOITO, J. & B. HERRERA (2007). Seguimiento de Poblaciones de Especies Amenazadas: *Zostera noltii* Hornemann. Gobierno de Canarias. 20 pp (Documento inédito).

[6] DOCOITO, J. & B. HERRERA (2011). Seguimiento de Poblaciones de Especies Amenazadas: *Zostera noltii* Hornemann. Gobierno de Canarias. 28 pp (Documento inédito).

[7] ESPINO, F. & R. HERRERA (2002). Seguimiento de Poblaciones de Especies Amenazadas: *Zostera noltii* Hornemann. Gobierno de Canarias. 16 pp (Documento inédito).

[8] ESPINO, F., F. TUYA, I. BLANCH & R. HAROUN (2008). *Los sebadales de Canarias. Oasis de vida en los fondos arenosos.* BIOGES. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 68 pp.

[9] FRAGA, S., F. RODRÍGUEZ, A. CAILLAUD, J. DIOGÈNE, N. RAHO & M. ZAPATA (2011). *Gambierdiscus excentricus* sp. nov (Dinophyceae), a benthic toxic dinoflagellate from the Canary Islands (NE Atlantic Ocean). *Harmful Algae* 11:10-22.

[10] GIL-RODRÍGUEZ, M.C., J. AFONSO-CARRILLO & W. WILDPRET DE LA TORRE (1987). Praderas marinas de *Zostera noltii* (Zosteraceae) en las Islas Canarias. *Vieraea* 17: 143-146.

[11] GIL-RODRÍGUEZ, M.C., M. MACHÍN-SÁNCHEZ, M. CARRILLO PÉREZ[2], J.J. BACALLADO-ARÁNEGA, L. MORO-ABAD & J. M. ALEMANY TEJERA. (2012). Las praderas de *Nanozostera noltii* en Canarias: redescubrimiento de poblaciones y su evolución en los últimos veinticinco años. *Vieraea* 40:19-38.

[12] GONZÁLEZ RAMOS, J.A., A. MARTEL QUINTANA, G.A. CODD, E. SOLER ONIS, J. COCA SÁEZ DE ALBÉNIZ, A. REDONDO, L.F. MORRISON, J.S. METCALF, A. OJEDA RODRÍGUEZ, S. SUÁREZ & M. PETIT (2005). Bloom of the marine diazotropic cyanobacterium "Trichodesmium erythraeum" in the Northwest African Upwelling. *Marine Ecology Progress Series*, v. 301, pp. 303-305 DOI:2068.

[13] GUADALUPE GONZÁLEZ, M.E., M.C. GIL-RODRÍGUEZ & M.C. HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ (1996). *Flora y vegetación marina de Arrecife de Lanzarote. Islas Canarias.* Fundación César Manrique, Lanzarote. Ed. Torcusa. Madrid. 269 pp.

[14] GUIRY, M.D. & G.M. GUIRY (2012). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. http://www.algaebase.org; searched on 10 May 2012.

[15] HERNANDEZ-FERRER, M. & M.C. GIL-RODRÍGUEZ (2009). Diversidad genética en el Atlántico templado oriental: El caso de una angiosperma marina *Zostera noltii*. *Vieraea*, 37: 29-40.

[16] MACHADO, A. & M. MORERA (2005). *Nombres comunes de las plantas y los animales de Canarias*. Academia Canaria de la Lengua. Islas Canarias. 277 pp.

[17] NUÑEZ, D., P. MATUTE, A. GARCÍA, P. GARCÍA & N. ABADÍA (2012). Outbreak of ciguatera food poisoning by consumption of amberjack (*Seriola* spp.) in the Canary Islands, May 2012. *Eurosurveillance* 17(23):pii=20188. Available online http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=20188.

[18] PAVON-SALAS, N., R. HERRERA, A. HERNÁNDEZ-GUERRA & R. HAROUN (2000). Distributional Pattern of Seagrasses in The Canary Islands (Central-East Atlantic Ocean). *Journal of Coastal Research* 16 (2): 329-335.

[19] PARSONS, M.L., K. ALIGIZAKI, M.Y.D. BOTTEIN, S. FRAGA, S.L. MORTON, A. PENNA & L. RHODES. (2012). *Gambierdiscus* and *Ostreopsis*: Reassessment of the state of knowledge of algae of their taxonomy, geography, ecophysiology, and toxicology. *Harmful Algae*, 14: 107-129.

[20] RUMEU RUIZ, B., J.A. PÉREZ PÉREZ, M. HERNÁNDEZ FERRER, N. ALDANONDO-ARISTIZABAL & M. C. GIL-RODRÍGUEZ (2007). Caracterización genética de *Zostera noltii* (Zosteraceae, Magnoliophyta) en Lanzarote, islas Canarias. *Vieraea* 35: 33-42.

[21] SANSÓN ACEDO, M., C.A. HERNÁNDEZ DÍAZ, J. G. BRAUN & J. REYES HERNÁNDEZ. (2005). Mareas verdes causadas por *Eutreptiella* sp. en playa de San Marcos (N de Tenerife, islas Canarias) (Eutreptiales, Euglenophyta). *Vieraea*, 33: 29-40.

[22] VEGA, J., F. CABRERA SUÁREZ, J. BRAUN, F. REAL, D. PADILLA & F. ACOSTO. 2012. Ciguatera en Canarias. *Agropalca* 17: 39.

[23] VERLAQUE, M., J. AFONSO-CARRILLO, M.C. GIL-RODRIGUEZ, CH. DURAND, CH.F. BOUDOURESQUE & Y LE PARCO. (2004). Blitzkrieg in a marine invasion: *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Bryopsidales, Chlorophyta) reaches the Canary Islands (north-east Atlantic). *Biological Invasions* 6: 269–281.

[24] www.aquaticpath.umd.edu/toxalg/btb.html;https://www.vdh.virginia.gov/epidemiology/DEE/HABS/documents/HABS-Spanish.pdf. 24.07. 2012
[25] www.canarias7.es/articulo.cfm?Id=224562. 25.07.2012
[26] www.es.scribd.com/doc/70758845/08-10-11-CANARIAS-7-Opinion-Guillermo-Garcia-Reina. 27.07.2012
[27] www.ecologiablog.com/post/4095/una-marea-verde-invade-la-costa-oriental-de-china. 24.07.2012
[28] www.gobiernodecanarias.org/cmayot/medioambiente/centrodocumentacion/publicaciones/libros/biodiversidad/007.html. 28.07.2012
[29] www.icm.csic.es/bio/projects/seed/aire%20libre%205.pdf. 28.07.2012
[30] www.laprovincia.es/lanzarote/2012/04/17/dieciseis-personas-intoxican-comer-medregal/451872.html. 26.07.2012
[31] www.laprovincia.es/lanzarote/2012/04/21/invasion-algas-verdes-revela-focos-contaminacion-litoral/452668.html. 23.07.2012
[32] www.lavozdelanzarote.com/article68920. 28.07.2012
[33] www.lavozdelanzarote.com/article69142.html. 28.07 2012
[34] www.mangasverdes.es/author/admin/ 03.08.2012
[35] www.meteo7islas.com/index.php?topic=3277.msg39176#msg39176. 03.08.2012
[36] www.news.nationalgeographic.com/news/2011/07/pictures/110725-algae-china-beaches-qingdao-swimming-science-environment-world. 27.07.2012
[37] www.novedadesdetabasco.com.mx/noticia/13788/colocan-reja-en-qingdao-para-evitar-propagacion-de-algas/ 03.08.2012
[38] www.publico.es/ciencias/331389/el-infierno-verde. 25.07.2012
[39] www.redibal.org/index.php?op_menu=bases&op_sbmenu=proye. 26.07.2012
[40] www.territoriosred.blogspot.com.es/2012/03/fotos-de-satelite-de-la-calima-que.html. 03.08.2012
[41] www.sciencedirect.com/science/journal/15689883/11. 26.07.2012

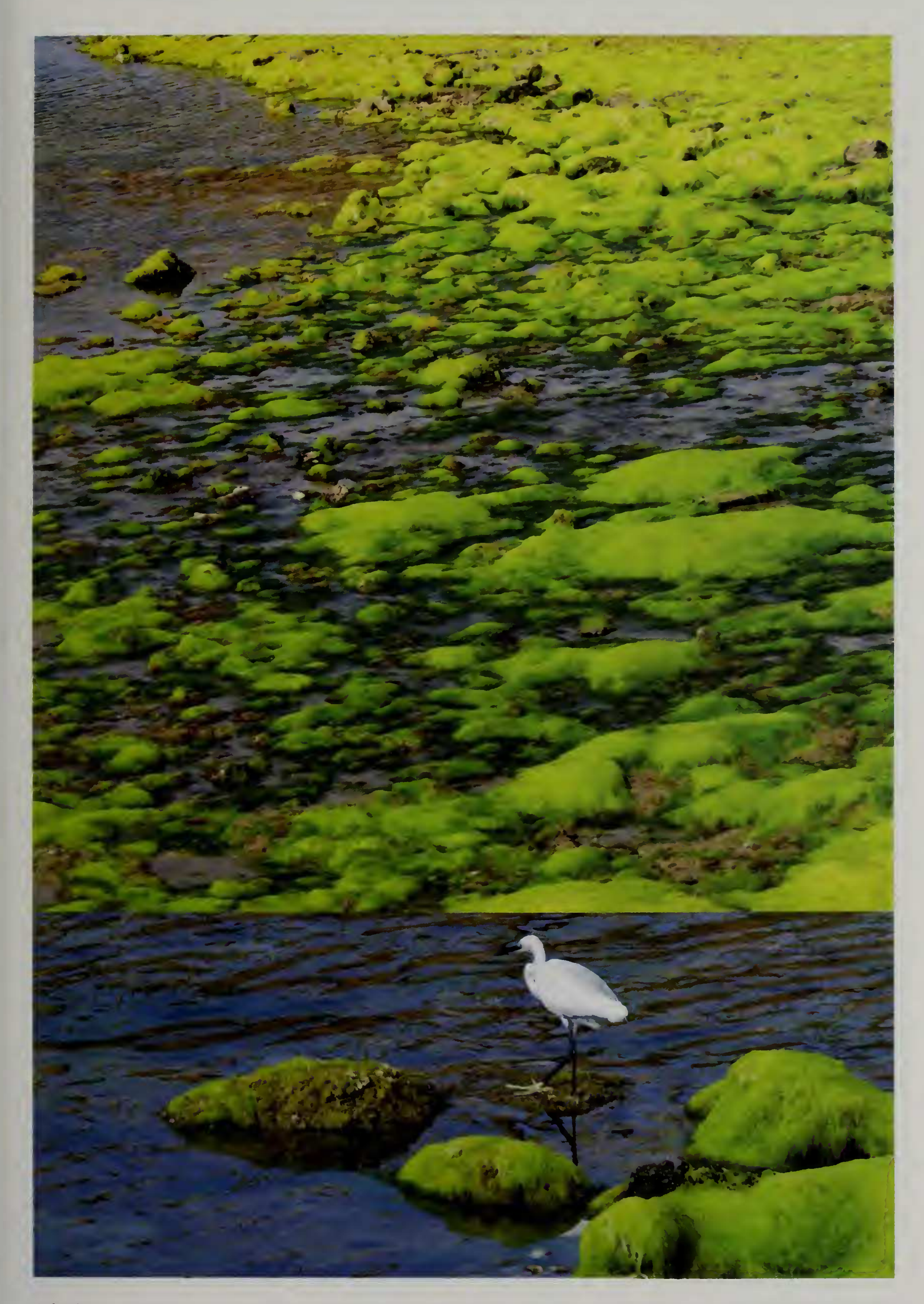


Lámina 1.- Marea verde de *Ulva clathrata* en el litoral de Arrecife, visitada por aves migratorias (*Egretta garzetta*). Fotos: J. J. Bacallado.

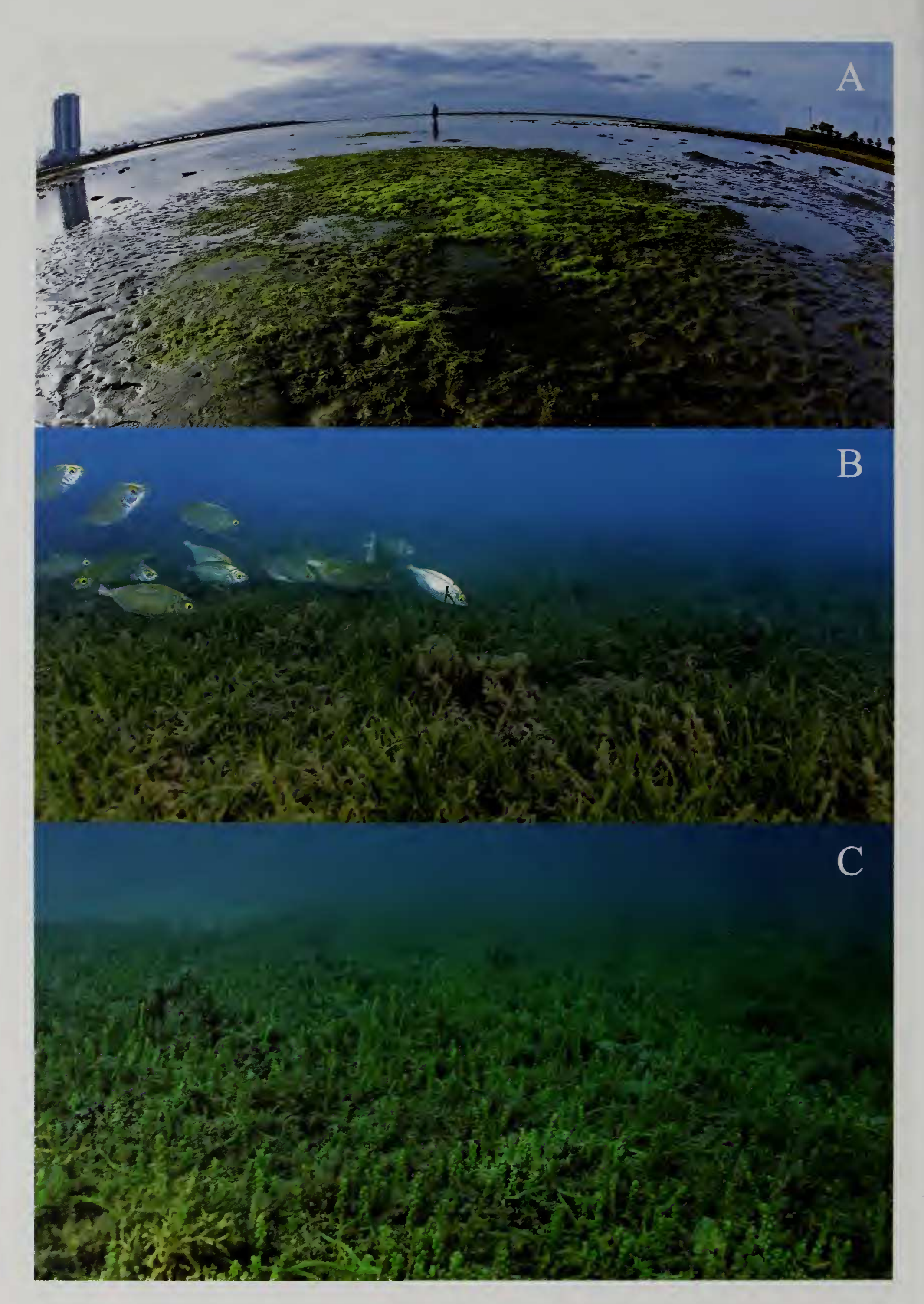


Lámina 2.- Praderas de *Nanozostera noltii* en el litoral de Arrecife con: *Ulva clathrata* (**A**); *Asparagopsis taxiformis* (**B**); *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (**C**). Fotos: R. Mesa.

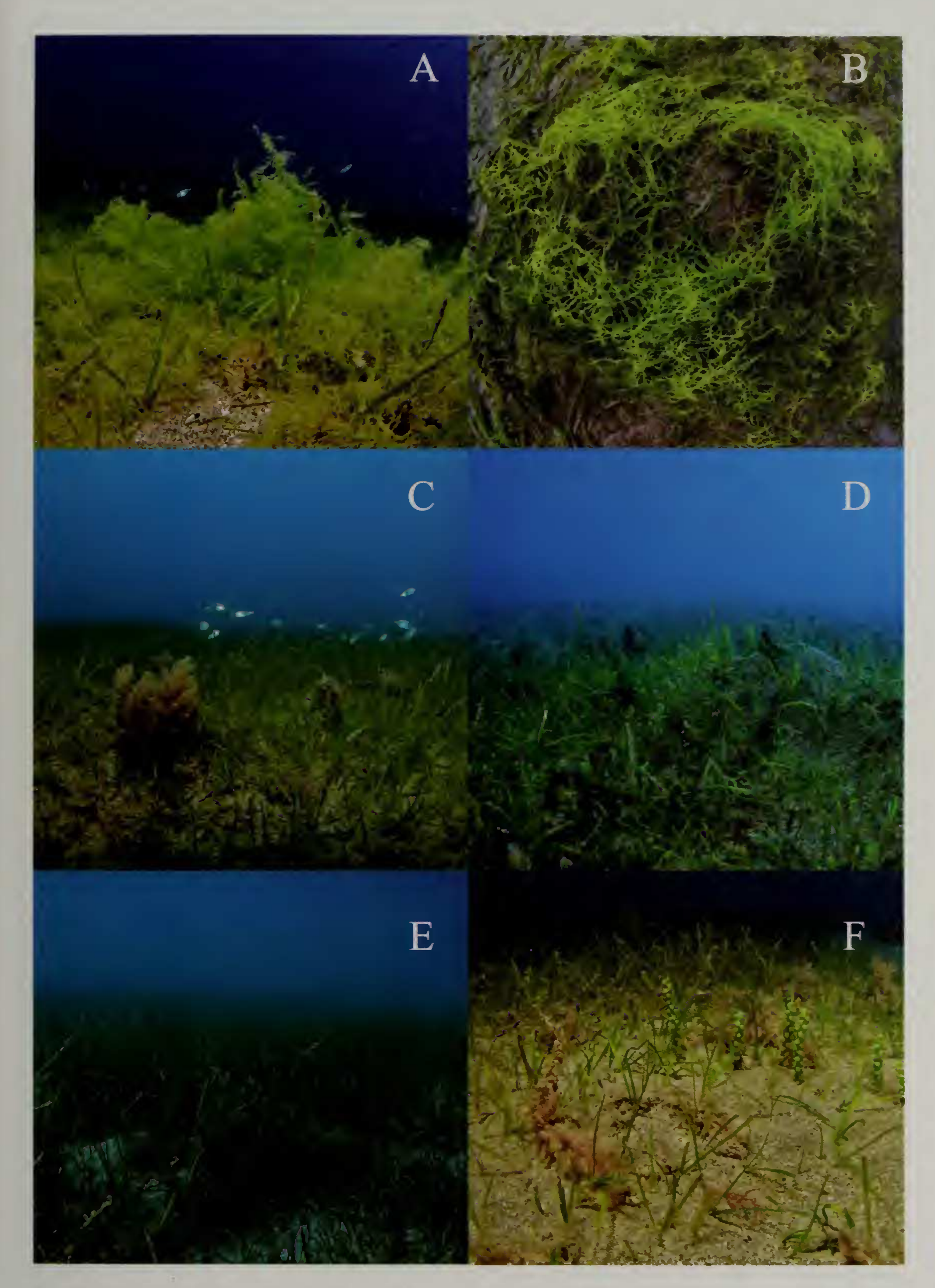


Lámina 3.- A-B. Marea verde de *Ulva clathrata* en la pradera de *N. noltii*. **C.** *Asparagopsis taxiformis* en la pradera de *N. noltii* de la Marina. **D-E.** Alta densidad de *N. noltii* en el polígono 7 de la Marina. **F.** *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* y *A. taxiformis* en la pradera de *N. noltii*. Fotos: R. Mesa.